

杨培培, 常瑜, 郭玉清, 等. 福建省红树林湿地海洋线虫的优势属及摄食类型[J]. 海洋学报, 2019, 41(12): 90–102. doi:10.3969/j.issn.0253-4193.2019.12.009

Yang Peipei, Chang Yu, Guo Yuqing, et al. Dominant genera of marine nematodes and their feeding types in several mangrove wetlands of Fujian Province[J]. Haiyang Xuebao, 2019, 41(12): 90–102. doi:10.3969/j.issn.0253-4193.2019.12.009

福建省红树林湿地海洋线虫的优势属及摄食类型

杨培培¹, 常瑜¹, 郭玉清^{1*}, 陈建春²

(1. 集美大学水产学院, 福建 厦门 361021; 2. 厦门市海洋与渔业研究所, 福建 厦门 361008)

摘要: 本文于 2012 年 4 月、7 月与 10 月以及 2013 年 1 月与 4 月, 对福建省云霄县漳江口、龙海市九龙江口、厦门市凤林湾、泉州市洛阳江口、宁德市湾坞 5 片红树林湿地的海洋线虫进行采样与优势属及摄食类型研究, 主要研究结果如下: 采样区域优势度大于等于 5% 的海洋线虫优势属依次为 *Sabatieria*、*Ptycholaimellus*、*Parasphaerolaimus*、*Terschellingia*、*Daptonema*、*Viscosia* 和 *Dichromadora*, 优势度依次为 19.82%、7.88%、7.45%、7.26%、6.79%、6.00% 和 5.25%。在漳江口红树林、九龙江口红树林及洛阳江口红树林均以 *Sabatieria* 为第一优势属, 优势度分别为 27.87%、28.37% 和 23.40%; 凤林红树林以 *Terschellingia* 为第一优势属, 优势度为 18.10%; 湾坞红树林以 *Daptonema* 为第一优势属, 优势度为 22.86%。海洋线虫摄食类型数量的季节变化如下, 漳江口红树林: 1B>2A>2B>1A; 九龙江口红树林: 1B>2B>2A>1A; 凤林红树林: 1B>2A>2B>1A; 洛阳江口红树林: 2B>1B>2A>1A; 湾坞红树林: 2A>1B>2B>1A。在漳江口红树林、九龙江口红树林和凤林红树林中海洋线虫均以 1B 型为主导, 在湾坞红树林中以 2A 型为主导, 在洛阳江口红树林是 2B 型为主导, 在 5 个区域内 1A 型海洋线虫的丰度均为最低。

关键词: 红树林湿地; 海洋线虫; 优势属; 摄食类型

中图分类号: Q958

文献标志码: A

文章编号: 0253-4193(2019)12-0090-13

1 引言

自由生活海洋线虫(以下简称为海洋线虫)是小型底栖生物中最优势类群, 分布广泛, 数量众多。在大多数生境, 其丰度可占后生动物数量的 70%~90%, 在有机质丰富的沉积物中可达到 90% 以上^[1]。在微食物网中, 海洋线虫通过与细菌/碎屑耦合, 刺激细菌生长, 进而加速营养物质的再矿化^[2], 在底栖食物链和生态系的能量流动中占重要位置。

红树林湿地是处于陆地生态系统与海洋生态系统过渡带的一类特殊湿地生态系统, 也是全球生产力最高的生态系统之一。“十三五”规划纲要中明确提

出实施“南红北柳”湿地修复工程, 在南方以种植红树林为主, 海草、盐藻、植物等为辅, 有效恢复滨海湿地生态系统^[3]。红树林的存在改变了湿地沉积物的物理化学条件, 从而增加了栖息地的复杂性, 底物的稳定性和食物的可用性^[4], 为底栖生物提供了优良的栖息地。同时, 红树林具有复杂的有机碎屑食物链, 小型底栖动物作为海洋碎屑食物链的关键及中间环节, 已经成为海洋环境监测和生态系统健康评估体系的一个关键指标^[5]。红树林湿地环境因子的自然变异性为物种提供了更多的生态位, 了解红树林中有哪些栖息生物及其生态相互作用是实现红树林保护的^[4]第一步。

收稿日期: 2018-09-18; 修订日期: 2019-03-13。

基金项目: 国家自然科学基金(31772416); 福建省自然科学基金项目(2017J01450)。

作者简介: 杨培培(1995—), 女, 浙江省平阳县人, 研究生, 水产专业。E-mail: 741950764@qq.com

* 通信作者: 郭玉清, 博士, 教授, 从事海洋底栖生物学研究。E-mail: guoyuqing@jmu.edu.cn

本文对福建省红树林湿地的海洋线虫的群落结构和多样性进行分析,重点研究了海洋线虫的优势属及摄食类型,以期为福建省红树林湿地的生态系统健康评价提供科学的数据参考。

2 材料和方法

2.1 采样时间与地点

采样时间:2012年4月、7月与10月以及2013年1月与4月。具体如下,漳江口红树林:2012年7月、10月及2013年1月、4月;九龙江口红树林:2012年4月、7月、10月及2013年1月;洛阳江口红树林:2012年7月、10月及2013年1月、4月(因2012年7月样品损坏,故只用3个季度的数据);凤林红树林:2012年4月及2013年1月、7月、10月;湾坞红树林:2012年7月、10月及2013年1月。

采样点及其设置:本研究采样分为5片红树林湿

地(图1),包括云霄县漳江口红树林,龙海市九龙江口红树林,厦门市凤林红树林,泉州市洛阳江口红树林和宁德市湾坞红树林。每片区域均设置潮间带1个断面,每个断面沿潮位设置3个采样点,间隔4m左右,每个点取4个重复样。本研究中不考虑采样点间的差异,各采样区域的环境因子见表1。选择底质类型相对一致、无扰动的地点取样。用内径为2.6cm的注射器改制成的取样管,从表层采集5cm深度的芯样,分别直接装入广口瓶,现场加入5%的福尔马林溶液固定。

2.2 实验室的样品处理

室内小型底栖生物样品分选,海洋线虫的制片及分类鉴定主要按照Platt和Warwick^[6]的标准进行。

2.3 海洋线虫摄食类型的划分

Wieser早在1953年就根据口腔结构的不同对海洋线虫的摄食类型进行了划分,分为4类:选择性沉

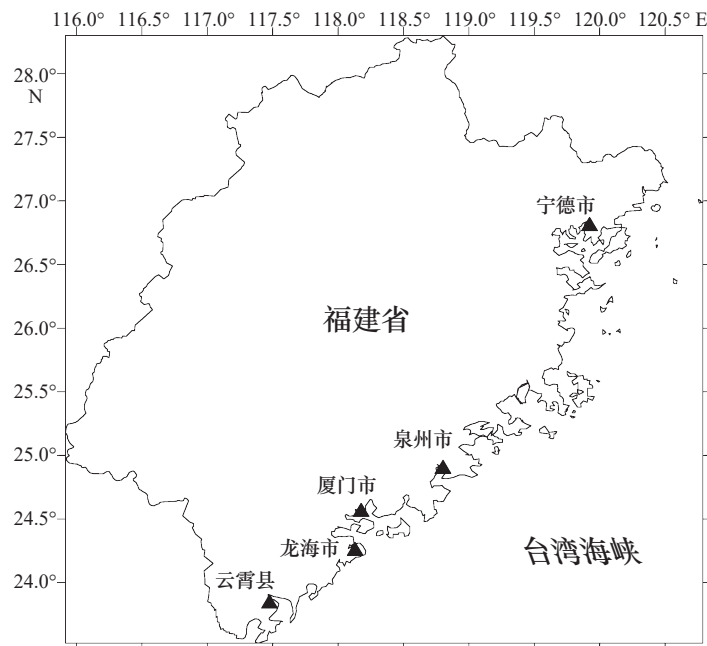


图1 福建省红树林湿地采样区域示意图

Fig. 1 Map of the mangrove wetlands in Fujian Province showing the positions of the sampling area

表1 福建省各采样区域的环境因子(数据来自2012年10月的样品分析)

Tab. 1 The location of sampling areas and some environmental parameters (data of October, 2012)

采样区域	纬度	经度	红树植物	泥温/°C	总氮/mg·g ⁻¹	总磷/mg·g ⁻¹	有机碳/%	硫化物/10 ⁻⁶
漳江口红树林	23.96°N	117.35°E	秋茄	27.3	2.72	0.41	3.96	8.38
九龙江口红树林	24.45°N	117.82°E	秋茄	28.6	1.56	0.58	2.04	8.05
凤林红树林	24.58°N	118.10°E	秋茄	27.4	2.28	0.46	3.17	20.17
洛阳江口红树林	24.94°N	118.67°E	桐花树	28.1	1.31	0.40	1.72	16.89
湾坞红树林	26.85°N	119.86°E	秋茄	—	—	—	—	—

积食性者(1A型),不具口腔或口腔极小,依靠食道的吸力,以细菌大小的有机颗粒为食。非选择性沉积食性者(1B型),具有不具齿的杯型口腔,依靠食道吸力和唇部、口腔前部运动获得食物。刮食者或硅藻捕食者(2A型),具带小齿的口腔,将食物刮起,刺破其细胞壁,吸取其中的细胞液。捕食者或杂食者(2B型),具有带大鄂的发达口腔,将被捕食者整体吞食,或刺破其细胞壁,吸取其中的胞液^[7]。

虽然目前有人对 Wieser 提出的线虫摄食类型的划分进行了修正和补充^[8-9],但是由于 Wieser 划分方法的广泛性,本文采用的是 Wieser 的分类标准^[7]。

2.4 优势度计算公式

优势度为不同季节不同调查区域中某个线虫属或线虫科的海洋线虫数量占总鉴定量的百分比。

3 结果

3.1 漳江口红树林湿地海洋线虫的优势属及摄食类型

漳江口红树林湿地海洋线虫的年平均丰度为(688.36±202.38)个/(10 cm²),共鉴定海洋线虫 47 属,17 科,其中优势度大于等于 5% 的线虫优势属依次为 *Sabatieria*, *Ptycholaimellus*, *Parasphaerolaimus*, *Anoplostoma*, 优势度分别为 27.87%、7.99%、7.82% 和 5.46%, 优势度大于等于 5% 的海洋线虫优势科依次为 Comesomatidae、Chromadoridae、Linhomoeidae、Sphaerolaimidae、Desmodoridae 和 Anoplostomatidae, 优势度为 27.95%、15.57%、14.67%、11.82%、7.01% 和 5.46%。

春季共鉴定海洋线虫 22 属,其中优势度大于等于 5% 的海洋线虫共 9 属(表 2),共占总鉴定量的

83.67%, 最优势属为 *Molgolaimus*(17.33%)。夏季共鉴定海洋线虫 37 属,其中优势度大于等于 5% 的海洋线虫共 6 属,共占总鉴定量的 65.53%, 最优势属为 *Sabatieria*(34.25%)。秋季共鉴定海洋线虫 19 属,其中优势度大于等于 5% 的海洋线虫共 3 属,共占总鉴定量的 66.80%, 最优势属为 *Sabatieria*(42.21%)。冬季共鉴定海洋线虫 19 属,其中优势度大于等于 5% 的海洋线虫共 5 属,共占总鉴定量的 73.47%, 最优势属为 *Sabatieria*(36.33%)。

综上所述,在优势度大于等于 5% 的海洋线虫中,没有出现四季的共有属。春季的最优势属为 *Molgolaimus*(17.33%), 夏季、秋季和冬季的最优势属均为 *Sabatieria*, *Sabatieria* 在春季没有出现。经 ANOSIM 分析,各季节间差异不显著($P>0.05$, $R=0.21$)。

由图 2 可知,按食性的优势度排序,春季: 2A>1B>1A>2B; 夏季: 1B>2B>2A>1A; 秋季: 1B>2B>1A>2A; 冬季: 1B>2A>1A>2B。其中,春季是 2A 为主导,占 52.00%, 夏季、秋季和冬季均是以 1B 为主导,比例分别为 52.97%、56.15% 和 44.08%。而占据比例最少的食性类型,春季和冬季是 2B 型,夏季是 1A 型,秋季是 2A 型。整体而言,在漳江口红树林中,沉积食性者(1A+1B)线虫在夏季、秋季和冬季所占比例最高,比例从 59.59%~62.56%, 在春季则是以 2A 型海洋线虫为主导,比例为 52.00%。

3.2 九龙江口红树林湿地海洋线虫的优势属及摄食类型

九龙江口红树林湿地海洋线虫的年平均丰度为(384.66±166.87)个/(10 cm²),共鉴定海洋线虫 39 属,18 科,优势度大于等于 5% 的海洋线虫优势属为

表 2 漳江口红树林湿地不同季节优势度≥5% 的线虫属及其所占比例

Tab. 2 Nematode genera and their dominance of percentages ≥5% in different seasons in Zhangjiang Estuary mangrove wetlands

春季		夏季		秋季		冬季	
线虫属	比例/%	线虫属	比例/%	线虫属	比例/%	线虫属	比例/%
<i>Molgolaimus</i>	17.33	<i>Sabatieria</i>	34.25	<i>Sabatieria</i>	42.21	<i>Sabatieria</i>	36.33
<i>Ptycholaimellus</i>	16.67	<i>Parasphaerolaimus</i>	7.08	<i>Parasphaerolaimus</i>	17.62	<i>Ptycholaimellus</i>	17.96
<i>Anoplostoma</i>	11.00	<i>Megadesmolaimus</i>	6.62	<i>Metalinhomoeus</i>	6.97	<i>Oxystomina</i>	6.94
<i>Terschellingia</i>	9.33	<i>Metalinhomoeus</i>	6.39			<i>Terschellingia</i>	6.53
<i>Anticyathus</i>	7.33	<i>Oxystomina</i>	5.94			<i>Parasphaerolaimus</i>	5.71
<i>Metachromadora</i>	6.33	<i>Neochromadora</i>	5.25				
<i>Daptonema</i>	5.33						
<i>Dichromadora</i>	5.33						
<i>Acanthomicrolaimus</i>	5.00						

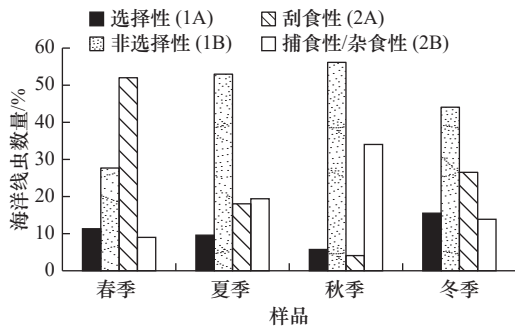


图2 漳江口红树林湿地不同季节海洋线虫摄食类型的百分比

Fig. 2 The percentage of marine nematode feeding types in different seasons in Zhangjiang Estuary mangrove wetlands

Sabatieria、*Parasphaerolaimus*、*Dichromadora*、*Terschellingia* 和 *Viscosia*, 优势度分别为 28.37%、11.29%、10.65%、6.70% 和 5.23%, 优势度大于等于

5% 的海洋线虫优势科为 Comesomatidae、Chromadoridae、Sphaerolaimidae、Linhomoeidae、Oxystominidae 和 Oncholaimidae, 优势度分别为 28.56%、18.64%、16.35%、9.73%、6.61% 和 5.69%。

春季共鉴定海洋线虫 28 属, 其中优势度大于等于 5% 的海洋线虫共 5 属 (表 3), 共占总鉴定量的 68.30%, 最优势属为 *Sabatieria* (29.97%)。夏季共鉴定海洋线虫 26 属, 其中优势度大于等于 5% 的海洋线虫共 4 属, 共占总鉴定量的 58.42%, 最优势属为 *Sabatieria* (31.90%)。秋季共鉴定海洋线虫 20 属, 其中优势度大于等于 5% 的海洋线虫共 5 属, 共占总鉴定量的 78.34%, 最优势属为 *Sabatieria* (39.63%)。冬季共鉴定海洋线虫 18 属, 其中优势度大于等于 5% 的海洋线虫共 7 属, 共占总鉴定量的 77.64%, 最优势属为 *Dichromadora* (20.73%)。

表 3 九龙江口红树林湿地不同季节优势度大于等于 5% 的线虫属及其所占比例

Tab. 3 Nematode genera and their dominance of percentages $\geq 5\%$ in different seasons in Jiulongjiang Estuary mangrove wetlands

春季		夏季		秋季		冬季	
线虫属	比例/%	线虫属	比例/%	线虫属	比例/%	线虫属	比例/%
<i>Sabatieria</i>	29.97	<i>Sabatieria</i>	31.90	<i>Sabatieria</i>	39.63	<i>Dichromadora</i>	20.73
<i>Dichromadora</i>	15.27	<i>Spilophorella</i>	11.47	<i>Parasphaerolaimus</i>	15.67	<i>Parasphaerolaimus</i>	17.89
<i>Ptycholaimellus</i>	9.51	<i>Parasphaerolaimus</i>	8.24	<i>Halichoanolaimus</i>	8.29	<i>Sabatieria</i>	12.20
<i>Terschellingia</i>	7.20	<i>Viscosia</i>	6.81	<i>Terschellingia</i>	7.37	<i>Terschellingia</i>	8.13
<i>Parasphaerolaimus</i>	6.34			<i>Viscosia</i>	7.37	<i>Sphaerolaimus</i>	7.72
						<i>Oxystomina</i>	5.69
						<i>Viscosia</i>	5.28

综上所述, 在优势度大于等于 5% 的海洋线虫中, 不同季节有 2 个共有属, *Sabatieria* 及 *Parasphaerolaimus*。春季、夏季和秋季的最优势属均为 *Sabatieria*, 比例从 29.97% 到 39.63% 不等, 冬季的最优势属为 *Dichromadora* (20.73%)。经统计分析, $P < 0.01$, $R = 0.358$, 表明不同季节九龙江口红树林湿地的海洋线虫群落存在极显著的差异。

由图 3 可知, 就整体的季节变化而言, 按食性的优势度排序, 春季: $1B > 2A > 2B > 1A$; 夏季: $1B > 2B > 2A > 1A$; 秋季: $1B > 2B > 2A > 1A$; 冬季: $2B > 2A > 1A > 1B$ 。其中, 在冬季是以 2B 型的海洋线虫为主, 占 40.65%。春季、夏季和秋季均是 1B 型的海洋线虫为主, 比例分别为 36.60%、35.84% 和 44.70%。而在冬季, 则是 1B 型的海洋线虫数量最少, 占 16.67%, 春季、夏季和秋季则是 1A 型的海洋线虫数量最少, 所占比例从 10.14% 到 16.85% 不等。

3.3 凤林红树林湿地海洋线虫的优势属及摄食类型

凤林红树林湿地海洋线虫的年平均丰度为 (856.92 ± 168.95) 个/(10 cm²), 共鉴定海洋线虫 42 属, 18 科, 其

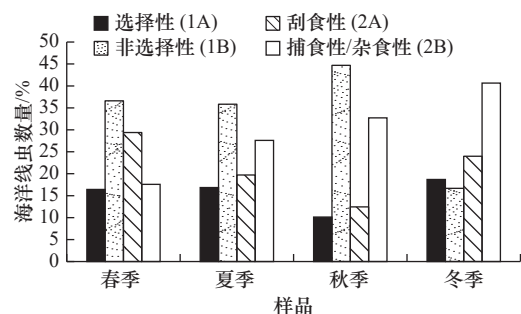


图3 九龙江口红树林湿地不同季节海洋线虫摄食类型的百分比

Fig. 3 The percentages of marine nematode feeding types in different seasons in Jiulongjiang Estuary mangrove wetlands

中优势度大于等于 5% 的海洋线虫优势属为 *Terschellingia*、*Sabatieria*、*Anoplostoma*、*Viscosia*、*Daptonema* 和 *Ptycholaimellus*, 优势度分别为 18.10%、12.28%、11.11%、9.41%、6.09% 和 5.11%, 优势度大于等于 5% 的海洋线虫优势科为 *Linhomoeidae*、*Comesomatidae*、*Anoplostomatidae*、*Chromadoridae*、*Oncholaimidae*、*Sphaerolaimidae*、*Xyalidae* 和 *Cyatholaimidae*, 优势度分别为 24.64%、15.50%、11.11%、10.04%、9.59%、7.80%、6.36% 和 5.29%。

春季共鉴定海洋线虫 20 属, 其中优势度大于等

于 5% 的海洋线虫共 5 属(表 4), 共占总鉴定量的 77.78%, 最优势属为 *Anoplostoma*(23.66%)。夏季共鉴定海洋线虫 25 属, 其中优势度大于等于 5% 的海洋线虫共 6 属, 共占总鉴定量的 57.76%, 最优势属为 *Sabatieria*(15.88%)。秋季共鉴定海洋线虫 24 属, 其中优势度大于等于 5% 的海洋线虫共 6 属, 共占总鉴定量的 73.31%, 最优势属为 *Terschellingia*(37.22%)。冬季共鉴定海洋线虫 23 属, 其中优势度大于等于 5% 的海洋线虫共 7 属, 共占总鉴定量的 76.53%, 最优势属为 *Terschellingia*(21.43%)。

表 4 凤林红树林湿地不同季节优势度大于等于 5% 的线虫属及其所占比例

Tab. 4 Nematode genera and percentage of dominances $\geq 5\%$ in different seasons in Fenglin mangrove wetlands

春季		夏季		秋季		冬季	
线虫属	比例/%	线虫属	比例/%	线虫属	比例/%	线虫属	比例/%
<i>Anoplostoma</i>	23.66	<i>Sabatieria</i>	15.88	<i>Terschellingia</i>	37.22	<i>Terschellingia</i>	21.43
<i>Viscosia</i>	21.86	<i>Terschellingia</i>	14.44	<i>Daptonema</i>	9.40	<i>Dichromadora</i>	10.54
<i>Sabatieria</i>	17.20	<i>Daptonema</i>	9.03	<i>Linhomoeus</i>	9.02	<i>Ptycholaimellus</i>	10.20
<i>Parasphaerolaimus</i>	8.60	<i>Anoplostoma</i>	7.94	<i>Sabatieria</i>	6.77	<i>Paracanthochus</i>	9.18
<i>Ptycholaimellus</i>	6.45	<i>Linhomoeus</i>	5.42	<i>Dorylaimopsis</i>	5.64	<i>Sabatieria</i>	9.18
		<i>Sphaerolaimus</i>	5.05	<i>Anoplostoma</i>	5.26	<i>Viscosia</i>	8.50
						<i>Anoplostoma</i>	7.48

综上所述, 在优势度 $\geq 5\%$ 的海洋线虫中, 不同季节有 2 个共有属, *Sabatieria* 以及 *Anoplostoma*。春季的最优势属为 *Anoplostoma*(23.66%), 夏季的最优势属为 *Sabatieria*(15.88%), 秋季和冬季的最优势属则为 *Terschellingia*(37.22%、21.43%)。经统计分析, $P > 0.05$, $R = 0.182$, 表明凤林红树林湿地的海洋线虫群落季节差异不显著。

由图 4 可知, 就整体的季节变化而言, 按食性的优势度排序, 春季: $1B > 2B > 2A > 1A$; 夏季: $1B > 2A > 2B > 1A$; 秋季: $1A > 2A > 1B > 2B$; 冬季: $2A > 1A > 1B > 2B$ 。其中, 秋季是 1A 型的海洋线虫为主导, 为 38.72%, 冬季是 2A 为主导, 占 42.52%, 春季和夏季均是以 1B 为主导, 比例分别为: 48.75% 和 38.63%。此外, 在春、夏季 1A 型的海洋线虫数量最少, 分别占 0% 和 18.41%, 秋、冬季均是 2B 型的海洋线虫数量最少, 比例从 7.52%~14.63% 不等。

3.4 洛阳江口红树林湿地海洋线虫的优势属及摄食类型

洛阳江口红树林湿地海洋线虫的年平均丰度为 (653.49 ± 82.24) 个/(10 cm²), 共鉴定海洋线虫 52 属,

18 科, 其中优势度大于等于 5% 的海洋线虫优势属为 *Sabatieria*、*Parasphaerolaimus*、*Viscosia*、*Ptycholaimellus*、*Trissonchulus*、*Hopperia*、*Daptonema*、*Terschellingia*, 优势度分别为 23.40%、9.96%、7.49%、7.03%、6.64%、5.87%、5.48% 和 5.25%, 优势度大于等于 5% 的海洋线虫优势科为 *Comesomatidae*、*Sphaerolaimidae*、*Chromadoridae*、*Linhomoeidae*、*Oncholaimidae*、*Xyalidae* 和 *Ironidae*, 优势度分别为 29.58%、12.82%、10.89%、9.88%、9.34%、6.87% 和 6.64%。

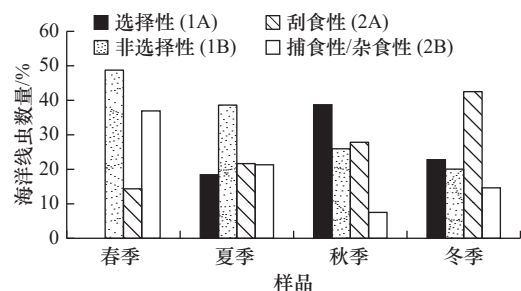


图 4 凤林红树林不同季节海洋线虫摄食类型的百分比

Fig. 4 The percentages of marine nematode feeding types in different seasons in Fenglin mangrove wetlands

春季共鉴定海洋线虫 31 属,其中优势度大于等于 5% 的海洋线虫共 8 属(表 5),共占总鉴定量的 74.31%,最优势属为 *Sabatieria*(18.40%)。夏季共鉴定海洋线虫 29 属,其中优势度大于等于 5% 的海洋线虫共 5 属,共占总鉴定量的 68.71%,最优势属为 *Sabatieria*

(24.15%)。秋季共鉴定海洋线虫 26 属,其中优势度大于等于 5% 的海洋线虫共 6 属,共占总鉴定量的 74.21%,最优势属为 *Sabatieria*(22.14%)。冬季共鉴定海洋线虫 25 属,其中优势度大于等于 5% 的海洋线虫共 6 属,共占总鉴定量的 76.49%,最优势属为 *Sabatieria*(29.14%)。

表 5 洛阳江口红树林湿地不同季节优势度大于等于 5% 的线虫属及其所占比例

Tab. 5 Nematode genera and their dominance of percentages $\geq 5\%$ in different seasons in Luoyangjiang Estuary mangrove wetlands

春季		夏季		秋季		冬季	
线虫属	比例/%	线虫属	比例/%	线虫属	比例/%	线虫属	比例/%
<i>Sabatieria</i>	18.40	<i>Sabatieria</i>	24.15	<i>Sabatieria</i>	22.14	<i>Sabatieria</i>	29.14
<i>Ptycholaimellus</i>	13.89	<i>Spilophorella</i>	15.31	<i>Viscosia</i>	15.57	<i>Ptycholaimellus</i>	13.91
<i>Daptonema</i>	10.07	<i>Trissonchulus</i>	12.59	<i>Parasphaerolaimus</i>	13.63	<i>Daptonema</i>	11.59
<i>Parasphaerolaimus</i>	9.38	<i>Parasphaerolaimus</i>	8.84	<i>Parodontophora</i>	10.22	<i>Hopperia</i>	8.94
<i>Viscosia</i>	6.25	<i>Hopperia</i>	7.82	<i>Terschellingia</i>	6.57	<i>Parasphaerolaimus</i>	6.62
<i>Trissonchulus</i>	5.90			<i>Trissonchulus</i>	6.08	<i>Terschellingia</i>	6.29
<i>Sphaerolaimus</i>	5.21						
<i>Terschellingia</i>	5.21						

综上所述,在优势度大于等于 5% 的海洋线虫中,不同季节有 2 个共有属, *Sabatieria* 和 *Parasphaerolaimus*。各季节的最优势属均为 *Sabatieria*,比例从 18.40% 到 29.14% 不等,比例最高在冬季,比例最低在春季。经统计分析, $P < 0.05$, $R = 0.373$,表明洛阳江口红树林湿地的海洋线虫群落季节差异极显著。

由图 5 可知,就整体的季节变化而言,按食性的优势度排序,春季: 1B > 2B > 2A > 1A; 夏季: 1B > 2B > 2A > 1A; 秋季: 2B > 1B > 2A > 1A; 冬季: 1B > 2A > 2B > 1A。可以看出,洛阳江红树林的春季、夏季、冬季的海洋线虫均是以 1B 型的线虫为主,比例从 35.71% 到 45.70% 不等,而在秋季则是以 2B 型的海洋线虫为

主,占 50.85%。1A 型的海洋线虫在洛阳江口红树林湿地所有季节的数量均最少,比例从 3.06% 到 7.62% 不等。

3.5 湾坞红树林湿地海洋线虫的优势属及摄食类型

湾坞红树林湿地(缺春季数据)海洋线虫的年平均丰度为 (359.48 ± 77.06) 个/(10 cm²),共鉴定海洋线虫 51 属,19 科,其中优势度大于等于 5% 的海洋线虫优势属为 *Daptonema*、*Ptycholaimellus*、*Spilophorella*、*Dichromadora*、*Viscosia* 和 *Sphaerolaimus*,优势度分别为 22.86%、15.81%、11.43%、9.94%、6.36% 和 5.57%,优势度大于等于 5% 的海洋线虫优势科为 Chromadoridae、Xyalidae、Sphaerolaimidae、Oncholaimidae 和 Comesomatidae,优势度分别为 37.48%、24.16%、8.65%、6.46% 和 5.47%。

夏季共鉴定海洋线虫 42 属,其中优势度大于等于 5% 的线虫共 9 属(表 6),共占总鉴定量的 68.47%,最优势属为 *Spilophorella*(19.75%)。秋季共鉴定海洋线虫 25 属,其中优势度大于等于 5% 的线虫共 5 属,共占总鉴定量的 78.34%,最优势属为 *Daptonema*(28.11%)。冬季共鉴定海洋线虫 20 属,其中优势度大于等于 5% 的线虫共 4 属,共占总鉴定量的 80.52%,最优势属为 *Daptonema*(34.46%)。

综上所述,在优势度大于等于 5% 的海洋线虫中,不同季节有 2 个共有属, *Daptonema* 和 *Sphaero-*

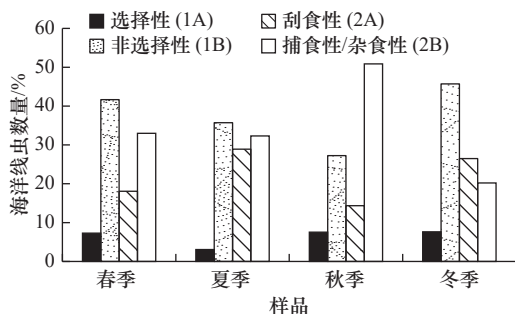


图 5 洛阳江口红树林湿地不同季节海洋线虫摄食类型的百分比

Fig. 5 The percentages of marine nematode feeding types in different seasons in Luoyangjiang Estuary mangrove wetlands

表 6 湾坞红树林湿地不同季节优势度 ≥5% 的线虫属及其所占比例 (缺春季)

Tab. 6 Nematode genera and their dominance of percentages ≥5% in different seasons in Wanwu mangrove wetlands

夏季		秋季		冬季	
线虫属	比例/%	线虫属	比例/%	线虫属	比例/%
<i>Spilophorella</i>	19.75	<i>Daptonema</i>	28.11	<i>Daptonema</i>	34.46
<i>Sabatieria</i>	10.19	<i>Dichromadora</i>	17.74	<i>Ptycholaimellus</i>	29.96
<i>Anoplostoma</i>	6.05	<i>Ptycholaimellus</i>	14.98	<i>Viscosia</i>	10.86
<i>Sphaerolaimus</i>	6.05	<i>Spilophorella</i>	12.21	<i>Sphaerolaimus</i>	5.24
<i>Dichromadora</i>	5.73	<i>Sphaerolaimus</i>	5.30		
<i>Viscosia</i>	5.41				
<i>Chromadora</i>	5.10				
<i>Daptonema</i>	5.10				
<i>Metalinhomoeus</i>	5.10				

laimus。秋季和冬季的最优势属均为 *Daptonema*，比例从 28.11% 到 34.46% 不等，夏季的最优势属为 *Spilophorella* (19.75%)。经统计分析, $P < 0.01$, $R = 0.49$, 表明湾坞红树林湿地中海洋线虫群落季节差异极显著。

由图 6 可知, 就整体的季节变化而言, 按食性的优势度排序, 夏季: $2A > 1B > 2B > 1A$; 秋季: $2A > 1B > 2B > 1A$; 冬季: $1B > 2A > 2B > 1A$ 。可以看出, 2A 型的海洋线虫在夏季和秋季数量最多, 分别占 36.72% 和 46.08%, 1B 型的海洋线虫在冬季数量最多, 占 43.45%。在各季节中 1A 型的海洋线虫数量均最少, 比例从 3.00% 到 6.23% 不等。

3.6 福建省红树林海洋线虫的优势属及摄食类型

在 5 片红树林湿地中, 优势度大于 5% 的海洋线虫共 12 属 (图 7)。漳江口红树林湿地 4 属: *Sabatieria*、*Ptycholaimellus*、*Parasphaeroalaimus* 和 *Anoplostoma*, 占 49.14%。九龙江口红树林湿地 5 属: *Sabatieria*、

Parasphaeroalaimus、*Dichromadora*、*Terschellingia* 和 *Viscosia*, 占 62.26%。凤林红树林湿地 6 属: *Terschellingia*、*Sabatieria*、*Anoplostoma*、*Viscosia*、*Daptonema* 和 *Ptycholaimellus*, 占 62.10%。洛阳江口红树林湿地 8 属: *Sabatieria*、*Parasphaeroalaimus*、*Viscosia*、*Ptycholaimellus*、*Trissonchulus*、*Hopperia*、*Daptonema* 和 *Terschellingia*, 占 71.12%。湾坞红树林湿地 6 属: *Daptonema*、*Ptycholaimellus*、*Spilophorella*、*Dichromadora*、*Viscosia* 和 *Sphaerolaimus*, 占 71.97%。

对于最优势属而言, 在漳江口红树林湿地、九龙

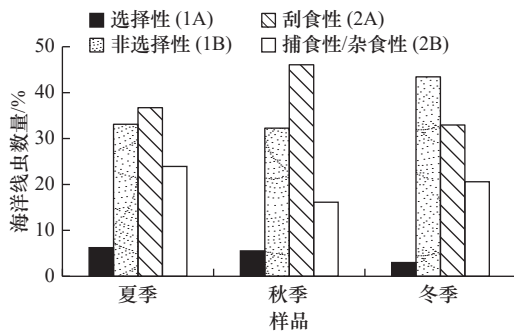


图 6 湾坞红树林湿地不同季节海洋线虫摄食类型的百分比

Fig. 6 The percentages of marine nematode feeding types in different seasons in Wanwu mangrove wetlands

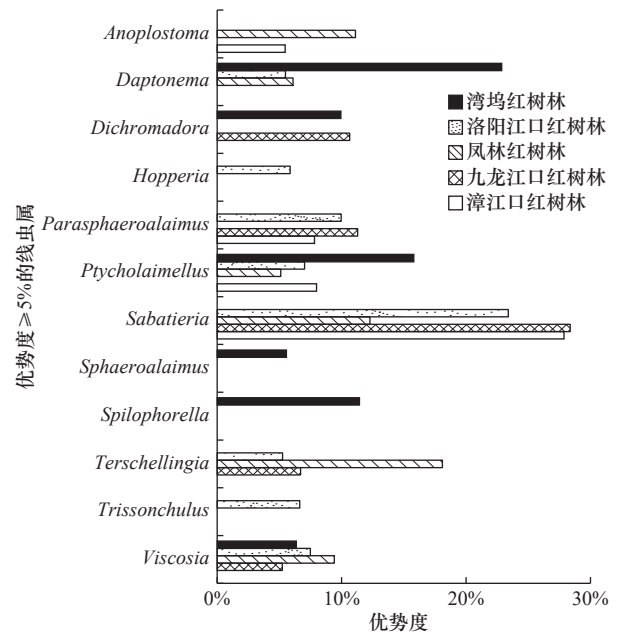


图 7 5 片红树林湿地采样区域优势度大于等于 5% 的线虫属

Fig. 7 Nematode genera of dominances ≥5% in five mangrove wetlands

江口红树林湿地及洛阳江红树林湿地均以 *Sabatieria* 为最优势属, 优势度分别为 27.87%、28.37% 和 23.40%。在凤林红树林湿地 *Terschellingia* 为最优势属, 优势度为 18.10%。在湾坞红树林湿地 *Daptonema* 为最优势属, 优势度为 22.86%。

福建省 5 片红树林湿地海洋线虫摄食类型的百分比见图 8, 漳江口红树林: 1B>2A>2B>1A, 九龙江口红树林: 1B>2B>2A>1A, 凤林红树林: 1B>2A>2B>1A, 洛阳江红树林: 2B>1B>2A>1A, 湾坞红树林: 2A>1B>2B>1A。其中, 凤林红树林湿地的 4 种摄食类型分布较均匀。比较各采样区域的最优势摄食类型, 湾坞红树林湿地 2A 型的海洋线虫数量最多, 比例为 39.76%; 洛阳江红树林湿地 2B 型的海洋线虫占

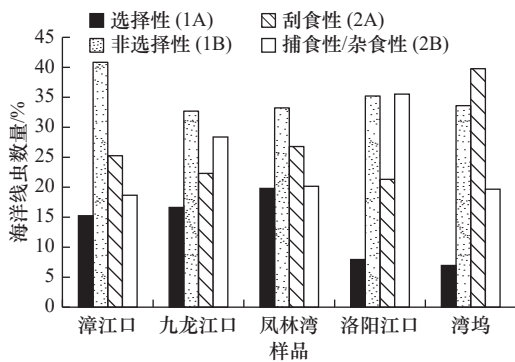


图 8 福建省红树林湿地海洋线虫摄食类型的百分比
Fig. 8 The percentages of marine nematode feeding types in mangrove wetlands in Fujian Province

35.52%, 1B 型占 35.21%; 其余红树林湿地的海洋线虫摄食类型主要是 1B 型, 比例分别为 40.83%、32.69% 和 33.24%。5 片红树林湿地均是 1A 型的海洋线虫数量最少, 所占比例 6.96%~19.80% 不等。

4 讨论

4.1 红树林湿地海洋线虫的优势属

不同植被类型的红树植物具有不同的呼吸根, 不同凋零的有机碎屑, 影响了红树林内沉积物粒度的变化和有机质的质含量^[18-19]。红树林湿地底栖动物群落结构的因素复杂多样, 且可能与树龄存在一定的关系^[20]。郭玉清^[21]在厦门凤林红树林湿地海洋线虫群落的研究中认为, 海洋线虫的群落结构与不同红树植物形成的沉积物有关。但是从目前的报道来看, 世界范围不同维度红树林湿地沉积物中, 海洋线虫群落中出现的优势属有一定的规律性, *Daptonema*、*Theristus*、*Viscosia*、*Dorylaimopsis*、*Hopperia*、*Ptycholaimellus*、*Terschellingia*、*Ptycholaimellus*、*Sabatieria* 和 *Anoplostoma* 等为常见的优势属(表 7)。Pinto 等^[4]对巴西 Itamaracá 岛红树林中不同微生境的海洋线虫群落研究发现, 美洲红树 (*Rhizophora mangle*) 泥质沉积物的海洋线虫主要优势属为 *Daptonema*, 附着在美洲红树呼吸根上的藻类沉积物的海洋线虫主要优势属为 *Terschellingia*。

本研究 5 片红树林湿地海洋线虫优势度大于 5% 的优势属依次为 *Sabatieria*、*Ptycholaimellus*、*Para-*

表 7 世界各地红树林湿地海洋线虫的优势属

Tab. 7 The dominant genera of marine nematodes in mangrove wetlands around the world

作者	地区	树种	总属/种数	常见属/优势属
Nicholas 等 ^[10]	澳大利亚新南威尔士州	白骨壤	-	<i>Ptycholaimellus</i> , <i>Desmodora</i> , <i>Microlaimus</i> , <i>Sphaerolaimus</i> , <i>Terschellingia</i> , <i>Parodontophora</i> , <i>Onyx</i> , <i>Daptonema</i> , <i>Sabatieria</i>
Gwyther ^[11]	澳大利亚维多利亚州	白骨壤	21	<i>Tripyloides</i> , <i>Metachromadora</i> , <i>Daptonema</i>
Pinto 等 ^[4]	巴西 Itamaracá 岛	美洲红树 (<i>Rhizophora mangle</i>)	73	<i>Daptonema</i> , <i>Terschellingia</i>
Rzeznik-Orignac 等 ^[12]	法国	-	-	<i>Metachromadoroides</i> , <i>Terschellingia</i> , <i>Ptycholaimellus</i> , <i>Chromadora</i> , <i>Sabatieria</i> , <i>Daptonema</i> , <i>Axonolaimus</i> , <i>Metalinhomoeus</i> , <i>Desmolaimus</i> , <i>Sphaerolaimus</i> , <i>Sabatieria</i>
Mokievsky 等 ^[13]	越南芽庄湾	白骨壤红海榄	2 429	<i>Chromadorella</i> , <i>Ptycholaimellus</i> , <i>Admirandus</i> , <i>Theristus</i> , <i>Theristus</i> , <i>Sabatieria</i> , <i>Haliplectus</i> , <i>Anoplostoma</i> , <i>Litinium</i>
Thilagavathi 等 ^[14]	印度 Sethukuda 红树林	-	20	<i>Daptonema</i> , <i>Theristus</i> , <i>Viscosia</i> , <i>Oxystomina</i> , <i>Halalaimus</i>
Chinnadurai 和 Fernando ^[15]	印度 Pichavaran 岛; Parangipettai 岛	白骨壤秋茄	36	<i>Dorylaimopsis</i> , <i>Hopperia</i> , <i>Ptycholaimellus</i> , <i>Terschellingia</i> , <i>Daptonema</i> , <i>Theristus</i> , <i>Viscosia</i> , <i>Halichoanilaimus</i> , <i>Sphaerolaimus</i>
Zhou ^[16]	香港	秋茄	-	<i>Diplolaimelloides</i> , <i>Theristus</i> , <i>Haliplectus</i> , <i>Megasdesmolaimus</i> , <i>Anoplostoma</i> , <i>Chromaspirina</i> , <i>Desmodora</i> , <i>Dichromadora</i> , <i>Paracanthochus</i>
Ólafsson ^[17]	东非	白骨壤, 木榄杯萼海桑, 角果木	94	<i>Microlaimus</i> , <i>Spirina</i> , <i>Desmodora</i> , <i>Metachromadora</i>

sphaerolaimus、*Terschellingia*、*Daptonema*、*Viscosia*、*Dichromadora*、*Anoplostoma*、*Spilophorella*、*Trissonchulus*、*Hopperia* 和 *Sphaerolaimus*。这些属大多数包括的物种数量较多,例如,*Sabatieria* 目前有 105 个有效种^[22]。随着人们对红树林湿地研究的深入,新种报道不断。国外近年来 Gagarin 和 Thanh^[23]、Gagarin 和 Tu^[24]、Phu 等^[25] 和 Mokievsky 等^[13] 等陆续在越南湄公河入海口、红河三角洲和芽庄湾河口红树林区发现报道了海洋线虫新种近 40 种。国内郭玉清等在福建红树林湿地陆续发表 *Sabatieria*^[26]、*Hopperia*^[27]、*Trissonchulus*^[28] 和 *Parodontophora*^[29] 优势属的新种近 10 种。研究还发现,亚热带福建沿海区域,海洋线虫近缘种和隐形种的大量存在。裸口线虫属(*Anoplostoma*) 被报道是世界范围内红树林湿地常见的优势属^[30], 本项目组在福建厦门红树林沉积物的样品中发现了新种拟胎生裸口线虫(*Anoplostoma paraviviparum*), 从结构形态特征上,与胎生裸口线虫(*Anoplostoma viviparum*) 十分相似,但研究中始终没有发现其成熟雌性标本的胎生现象,被确定为新种^[31]。

许多研究表明,海洋线虫物种组成和分布与沉积环境,特别是沉积物类型、食物来源有关。由于红树林的特殊环境特性,底泥温度成为影响红树林海洋线虫群落的重要控制因素^[32]。夏季,底层环境经过春季的积累,已经有了相当数量的有机碎屑,为小型底栖动物提供丰富的食物来源,较高的温度和充足的食物来源对其生殖和发育有利,小型底栖动物的密度相对较高^[33]。本研究中除九龙江口红树林海洋线虫在春季优势属最多,夏季优势属次之为 26 属,其余 4 片红树林海洋线虫均在夏季优势属最多,分别是 37 属、25 属、29 属和 42 属。在粉砂质站位,沉积物中黏土含量较少,粒度增大,当沉积物处于氧化状态时,随着细小悬浮颗粒的沉降,有机质常发生聚集,这为海洋线虫的生长繁殖提供了充足的食物来源,从而导致物种多样性较高^[34]。五片红树林湿地沉积物类型均为泥质洛阳江口红树林的沉积物粒径组成以粉砂为主,其次是黏土、砂,没有砾^[35],洛阳江口桐花树林中共鉴定海洋线虫 52 属,稍高于 4 片秋茄林鉴定的线虫属。

海洋线虫物种分化强烈,类群多样,作为无脊椎动物中物种数目较多的门类,据估计,全球范围内仍有约 85% 的海洋线虫从未报道,因而被认为是最缺乏研究的类群之一^[36]。我国红树林湿地记录有形态特征描述、测量数据及绘图的海洋线虫只有 20 余种,分类研究还十分薄弱^[30]。

4.2 红树林湿地海洋线虫的摄食类型

海洋线虫几乎能利用周围环境中的所有的营养源,如细菌、有机碎屑、微藻、真菌、微型底栖生物(主要为底栖原生动物)及其他的小型底栖动物^[2]。海洋线虫口器的不同结构,代表了不同的摄食机制,其摄食类型的变化反应了沉积物中线虫食物来源的不同以及沉积物中有机物存在形式的不同^[9]。Nicholas 等^[10] 对温带澳大利亚红树林湿地研究表明,低潮位泥滩 2A 型的海洋线虫数量占 50% 以上,红树林种植区域 1A 型的海洋线虫数量超过 60%,高潮位沉积物中主要是以其他小型海洋线虫、多毛类幼体为食的 2B 型为主。Chinnadurai 和 Fernand^[15] 对印度 Pichavaram 和 Parangipettai 两片红树林湿地研究发现,在白骨壤林湿地 2A 型海洋线虫占主导,沉积食性者(1A+1B)海洋线虫则在秋茄林湿地占主导。Ólafsson^[17] 对东非红树林湿地的线虫摄食类型研究发现,2A 型海洋线虫数量占主导。Nguyen^[37] 对越南 Can Gio 红树林湿地的研究发现 1B 型海洋线虫占主导,其次是 1A 型。但香港秋茄林^[16] 中以 1A 型的海洋线虫为主。本研究在漳江口红树林、九龙江口红树林和凤林红树林中海洋线虫均以 1B 型为主导,在湾坞红树林中以 2A 型为主导,在洛阳江口红树林是 2B 型为主导,在 5 个区域内 1A 型海洋线虫的丰度均为最低。春季,除漳江口红树林海洋线虫最优食性为 2A 型,1B 型次之,其余 3 片红树林海洋线虫最优食性均为 1B 型;除漳江口红树林 2B 型的海洋线虫数量最少,1A 型次之,其余 3 片红树林均 1A 型的海洋线虫数量最少(湾坞缺春季数据)。夏季,除湾坞红树林海洋线虫最优食性为 2A 型,1B 型次之,其余 4 片红树林线虫最优食性均为 1B 型;5 片红树林均 1A 型的海洋线虫数量最少。这可能是因为春夏季红树林的有机质质量分数较高,海洋线虫主要以腐烂的有机碎屑为食。秋冬季 5 片红树林线虫食性无明显规律性特征。

5 结论

本研究通过对福建省 5 片红树林湿地海洋线虫的优势属和摄食类型研究,发现在漳江口红树林、九龙江口红树林及洛阳江红树林湿地均以 *Sabatieria* 为第一优势属;在凤林红树林湿地 *Terschellingia* 为第一优势的线虫属;在湾坞红树林湿地 *Daptonema* 为第一优势属。湾坞红树林海洋线虫的摄食类型主要以 2A 型为主,这与 *Ptycholaimellus*、*Spilophorella* 和 *Dichromadora* 的优势度之和占总数的比值超过 1/3 有

关; 洛阳江红树林湿地海洋线虫的摄食类型主要是 2B 型, 1B 型仅次之; 其余红树林湿地海洋线虫的摄食类型主要是 1B 型, 这可能是红树林沉积物中有机质质量分数较高, 海洋线虫主要以腐烂的有机碎屑为食。

参考文献:

- [1] Higgins R P, Thiel H. Introduction to the study of meiofauna[J]. *Freshwater Science*, 1988, 39(9): 1-3.
- [2] 杜永芬, 高抒, Warwick R M, 等. 海岸带湿地自由生活海洋线虫的生态功能研究进展[J]. *科学通报*, 2014, 59(31): 3043-3056.
Du Yongfen, Gao Shu, Warwick R M, et al. Ecological functioning of free-living marine nematodes in coastal wetlands: an overview[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2014, 59(31): 3043-3056.
- [3] Zhu Qi. Detailed explanation of the 13th Five-Year: implementation of the "South Mangrove and North Willow" wetland restoration project[EB/OL]. (2016-07-11)[2018-09-17]. http://china.cnr.cn/ygxw/20160711/t20160711_522642728.shtml
- [4] Pinto T K, Austen M C V, Warwick R M, et al. Nematode diversity in different microhabitats in a mangrove region[J]. *Marine Ecology*, 2013, 34(3): 257-268.
- [5] 刘均玲, 黄勃. 红树林生态系统小型底栖动物研究进展[J]. *海洋科学*, 2012, 36(10): 118-122.
Liu Junling, Huang Bo. Progress in the studies of the meiofauna in mangrove ecosystem[J]. *Marine Sciences*, 2012, 36(10): 118-122.
- [6] Platt H M, Warwick R M. Freelifving marine nematodes: II. British chromadorids: pictorial key to world genera and notes for the identification of British species[M]. Great Britain: The Bath Press, 1988.
- [7] Wieser W. Die Beziehung zwischen MuadhohlengestalL Ernahrungsweise und Vorkommen bei ffeilebenden marine Nematoden[J]. *Arkiv ffr Zoology*, 1953, 4: 439-484.
- [8] Jensen P. Feeding ecology of free-living aquatic nematodes[J]. *Marine Ecology Progress*, 1987, 35: 187-196.
- [9] Moens T, Vincx M. Observations on the Feeding Ecology of Estuarine Nematodes[J]. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1997, 77(1): 211-227.
- [10] Nicholas W L, Elek J A, Stewart A C, et al. The nematode fauna of a temperate Australian mangrove mudflat; its population density, diversity and distribution[J]. *Hydrobiologia*, 1991, 209(1): 13-27.
- [11] Gwyther J. Nematode assemblages from *Avicennia marina* leaf litter in a temperate mangrove forest in south-eastern Australia[J]. *Marine Biology*, 2003, 142(2): 289-297.
- [12] Rzeznik-Orignac J, Fichet D, Boucher G. Spatio-temporal structure of the nematode assemblages of the Brouage mudflat (Marennes Oléron, France)[J]. *Estuarine Coastal & Shelf Science*, 2003, 58(1): 77-88.
- [13] Mokievsky V O, Tchesunov A V, Udalov A A, et al. Quantitative distribution of meiobenthos and the structure of the free-living nematode community of the mangrove intertidal zone in Nha Trang bay (Vietnam) in the South China Sea[J]. *Russian Journal of Marine Biology*, 2011, 37(4): 272-283.
- [14] Thilagavathi B, Das B, Saravanakumar A, et al. Benthic meiofaunal composition and community structure in the Sethukuda mangrove area and adjacent open sea, East coast of India[J]. *Ocean Science Journal*, 2011, 46(2): 63-72.
- [15] Chinnadurai G, Fernando O J. Meiofauna of mangroves of the southeast coast of India with special reference to the free-living marine nematode assemblage[J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2007, 72(1): 329-336.
- [16] Zhou Hong. Effects of leaf litter addition on meiofaunal colonization of azoic sediments in a subtropical mangrove in Hong Kong[J]. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2001, 256(1): 99-121.
- [17] Ólafsson E. Meiobenthos in mangrove areas in eastern Africa with emphasis on assemblage structure of free-living marine nematodes[J]. *Hydrobiologia*, 1995, 312(1): 47-57.
- [18] Nagelkerken I, Blaber S J M, Bouillon S, et al. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review[J]. *Aquatic Botany*, 2008, 89(2): 155-185.
- [19] Alongi D M. Intertidal zonation and seasonality of meiobenthos in tropical mangrove estuaries[J]. *Marine Biology*, 1987, 95(3): 447-458.
- [20] 陈昕韡, 李想, 曾佳丽, 等. 厦门同安湾下潭尾人工红树林湿地小型底栖动物群落结构[J]. *厦门大学学报: 自然科学版*, 2017, 56(3): 351-358.
Chen Xinwei, Li Xiang, Zeng Jiali, et al. Meiofauna communities in artificial mangrove weland in Xiatanwei of Tong' an Bay, Xiamen[J]. *Journal of Xiamen University: Natural Science*, 2017, 56(3): 351-358.
- [21] 郭玉清. 厦门凤林红树林湿地自由生活海洋线虫群落的研究[J]. *海洋学报*, 2008, 30(4): 147-153.
Guo Yuqing. The syudy on the community of free-living marine nematodes in Fenglin mangrove wetlands, Xiamen, China[J]. *Haiyang Xuebao*, 2008, 30(4): 147-153.
- [22] Rosli N, Leduc D, Probert P K. Two new species and a new record of Comesomatidae (Nematoda, Araeolaimida) from Southern Hikurangi Margin, New Zealand[J]. *Zootaxa*, 2014, 3900(4): 505-25.
- [23] Gagarin V G, Thanh N V. Three new species of free-living nematodes from mangrove of Mekong River Vietnam[J]. *International Journal of Nematology*, 2009, 19(1): 7-15.
- [24] Gagarin V G, Tu N D. Two new species of free-living nematodes (Nematoda and Chromadorea) from mangrove thicket in Vietnam[J]. *Inland Water Biology*, 2014, 7(4): 338-347.

- [25] Phu H L, Blome D, Thanh N V, et al. Five new species of the genus *Leptolaimoides* Vitiello, 1971(Nematoda: Leptolaimidae) from Can Gio mangrove biosphere reserve, Vietnam[J]. *Russian Journal of Nematology*, 2009, 17(1): 17–30.
- [26] Guo Yuqing, Chang Y, Yang Peipei. Two new free-living nematode species (Comesomatidae) from the mangrove wetlands in Fujian Province, China[J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 2018, 37(10): 161–167.
- [27] Guo Yuqing, Chang Yu, Chen Yuzhen, et al. Description of a Marine Nematode *Hopperia sinensis* sp. nov. (Comesomatidae) from Mangrove Forests of Quanzhou, China, with a Pictorial Key to Hopperia Species[J]. *Journal of Ocean University of China*, 2015, 14(6): 1111–1115.
- [28] Chen Yuzhen, Guo Yuqing. Three new and two known free-living marine nematode species of the family Ironidae from the East China Sea[J]. *Zootaxa*, 2015, 4018(2): 151–175.
- [29] Li Yongxiang, Guo Yuqing. Free living marine nematodes of the genus *Parodontophora* (Axonolaimidae) from the East China Sea, with descriptions of five new species and a pictorial key[J]. *Zootaxa*, 2016, 4109(4): 401.
- [30] Zhang Zhinan, Zhou Hong. The systematics of free-living marine nematodes[J]. *Journal of Ocean University of Qingdao*, 2003, 74(2): 317–326.
- [31] Li Yongxiang, Guo Yuqing. Two new free-living marine nematode species of the genus *Anoplostoma* (Anoplostomatidae) from the mangrove habitats of Xiamen Bay, East China Sea[J]. *Journal of Ocean University of China*, 2016, 15(1): 11–18.
- [32] 曾佳丽, 卓异, 林家逸, 等. 泉州湾洛阳河口红树林湿地自由生活海洋线虫食性研究[J]. *厦门大学学报:自然科学版*, 2016, 55(4): 515–521.
- Zeng Jiali, Zhuo Yi, Lin Jiayi, et al. Feeding habits of free-living marine nematodes in mangrove wetlands in Luoyang estuary, Quanzhou Bay[J]. *Journal of Xiamen University:Natural Science*, 2016, 55(4): 515–521.
- [33] 卓异. 泉州湾潮间带不同生境小型底栖动物群落的多样性研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2014.
- Zhuo Yi. Study on the diversity of meiofauna communities in different habitats in Quanzhou Bay intertidal zone[D]. Xiamen:Xiamen University, 2014.
- [34] 许嫚. 夏秋季南海冷团小型底栖动物特别是海洋线虫生态学研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2015.
- Xu Man. Ecological studies of meiofauna with special reference to marine nematodes in the southern Yellow Sea Cold Water Mass during summer and autumn[D]. Qingdao:Ocean University of China, 2015.
- [35] 郭涛, 蔡立哲, 卓异, 等. 泉州湾洛阳江口2种红树林生境大型底栖动物群落多样性比较[J]. *应用海洋学学报*, 2014(2): 204–211.
- Guo Tao, Cai Lizhe, Zhuo Yi, et al. Comparison of benthic macrofaunal communities in two mangrove habitats of Luoyangjiang Estuary in Quanzhou Bay[J]. *Journal of Applied Oceanography*, 2014(2): 204–211.
- [36] Appeltans W, Ahyong S T, Anderson G, et al. The magnitude of global marine species diversity[J]. *Current Biology Cb*, 2012, 22(23): 2189–2202.
- [37] Nguyen D T. Seasonal and spatial patterns in meiofauna community structure of the Can Gio mangrove forest (Vietnam) with a focus Nematoda and their role as bioindicator[M]. Ghent University Faculty of Sciences, 2009.

附录

表 S1 5片红树林湿地不同季节出现的线虫属及对应的摄食类型

Tab. S1 Nematode genera and feeding types in different seasons in five mangrove wetlands

1A	1B	2A	2B
<i>Anticoma</i>	<i>Anoplostoma</i>	<i>Acanthomicrolaimus</i>	<i>Adoncholaimus</i>
<i>Antomicron</i>	<i>Anticyathus</i>	<i>Bolbolaimus</i>	<i>Bathyeurystomina</i>
<i>Disconema</i>	<i>Comesoma</i>	<i>Camacolaimus</i>	<i>Belbolla</i>
<i>Gerlachius</i>	<i>Daptonema</i>	<i>Chromaspirina</i>	<i>Calyptronema</i>
<i>Halalaimus</i>	<i>Eleutherolaimus</i>	<i>Dagda</i>	<i>Choanolaimus</i>
<i>Leptolaimus</i>	<i>Elzalia</i>	<i>Desmodora</i>	<i>Doliolaimus</i>
<i>Leptonemella</i>	<i>Lauratonema</i>	<i>Dichromadora</i>	<i>Ethmolaimus</i>
<i>Linhystera</i>	<i>Megadesmolaimus</i>	<i>Diodontolaimus</i>	<i>Eurystomina</i>
<i>Nemanema</i>	<i>Metacomesoma</i>	<i>Dorylaimopsis</i>	<i>Gomphonema</i>
<i>Oxystomina</i>	<i>Metadesmolaimus</i>	<i>Endeolophos</i>	<i>Metoncholaimus</i>
<i>Pierrickia</i>	<i>Metalinhomoeus</i>	<i>Halichoanolaimus</i>	<i>Oncholaimus</i>
<i>Terschellingia</i>	<i>Monhystera</i>	<i>Hopperia</i>	<i>Parasphaeroalaimus</i>
<i>Thalassoalaimus</i>	<i>Paralinhomoeus</i>	<i>Karkinochromadora</i>	<i>Pareurystomina</i>
<i>Thoracostoma</i>	<i>Paramonhystera</i>	<i>Linhomoeus</i>	<i>Parodontophora</i>
	<i>Promonhystera</i>	<i>Maryllynnia</i>	<i>Prooncholaimus</i>
	<i>Retrotheristus</i>	<i>Metachromadora</i>	<i>Sphaeroalaimus</i>
	<i>Sabatieria</i>	<i>Microlaimus</i>	<i>Symplocostoma</i>
	<i>Subsphaerolaimus</i>	<i>Molgolaimus</i>	<i>Syringolaimus</i>
	<i>Stygodesmodora</i>	<i>Neochromadora</i>	<i>Thalassironus</i>
	<i>Stylotheristus</i>	<i>Onchium</i>	<i>Trissonchulus</i>
	<i>Thalassomonhystera</i>	<i>Paracanthochus</i>	<i>Viscosia</i>
	<i>Theristus</i>	<i>Parachromadorita</i>	
	<i>Tripyloides</i>	<i>Paracyatholaimoides</i>	
	<i>Tubolaimoides</i>	<i>Paracyatholaimus</i>	
		<i>Paralongicyatholaimus</i>	
		<i>Polysigma</i>	
		<i>Pomponema</i>	
		<i>Procamacolaimus</i>	
		<i>Ptycholaimellus</i>	
		<i>Sigmophoranema</i>	
		<i>Spilophorella</i>	
		<i>Spirinia</i>	
		<i>Vasostoma</i>	

Dominant genera of marine nematodes and their feeding types in several mangrove wetlands of Fujian Province

Yang Peipei¹, Chang Yu¹, Guo Yuqing¹, Chen Jianchun²

(1. Fisheries College, Jimei University, Xiamen 361021, China; 2. Institute of Oceanology and Fisheries, Xiamen 361008, China)

Abstract: In April, July, October 2012, and January, April 2013, marine nematode dominant genera and feeding types were sampled for diversity analysis from five mangrove wetlands (Zhangjiang Estuary in Yunxiao Country, Jiulongjiang Estuary in Longhai City, Fenglin in Xiamen City, Luoyangjiang Estuary in Quanzhou City, Wanwu in Ningde City) in Fujian Province. It was found that the nematode dominant genera with dominance of percentages $\geq 5\%$ were *Sabatieria*, *Ptycholaimellus*, *Parasphaerolaimus*, *Terschellingia*, *Daptonema*, *Viscosia* and *Dichromadora*, which had dominance by 19.82%, 7.88%, 7.45%, 7.26%, 6.79%, 6.00%, 5.25%, respectively. *Sabatieria* was the most predominant genus in the mangroves wetlands of Zhangjiang Estuary, Jiulongjiang Estuary and Luoyangjiang Estuary, with dominances are 27.87%, 28.37%, and 23.40%, respectively. *Terschellingia* was the most dominant genus in Fenglin mangrove wetlands, with a dominance of 18.10%. *Daptonema* was the most dominant genus in Wanwu mangrove wetlands, and dominance was 22.86%. The seasonal variations in abundance of their feeding types were as follows, in Zhangjiang Estuary wetlands, 1B>2A>2B>1A. In Jiulongjiang Estuary wetlands, 1B>2B>2A>1A. In Fenglin wetlands, 1B>2A>2B>1A. In Luoyangjiang Estuary wetlands, 2B>1B>2A>1A. In Wanwu wetlands, 2A>1B>2B>1A. Therefore, type 1B marine nematode showed to be the dominant in Zhangjiang Estuary, Jiulongjiang Estuary and Fenglin, type 2A was dominant in Wanwu wetlands, type 2B was dominant in Luoyangjiang Estuary wetlands, type 1A are the lowest in five regions.

Key words: mangrove wetlands; marine nematodes; dominant genera; feeding types